

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

#6  
4/4/02  
J



In re patent application of

S. KITAKA et al.

Serial No.: not yet assigned

Examiner: not yet assigned

Filing Date: December 21, 2001

Group Art Unit: not yet assigned

For: LENS FUNCTION INCLUDING OPTICAL FIBER AND METHOD OF  
PRODUCING THE SAME

Assistant Commissioner of Patents  
Washington, D.C. 20231

**SUBMISSION OF PRIORITY DOCUMENT**

Sir:

Submitted herewith is a certified copy of Japanese Patent Application Number  
2000-391926 dated December 25, 2001 which application the claim for priority is  
based.

Respectfully submitted,

C. Lamont Whitham  
Reg. No. 22,424

Whitham, Curtis & Christofferson, PC  
11491 Sunset Hills Road, Suite 340  
Reston, Virginia 20190

703-787-9400

日 本 国 特 許 庁  
JAPAN PATENT OFFICE



別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出 願 年 月 日

Date of Application:

2000年12月25日

出 願 番 号

Application Number:

特願2000-391926

出 願 人

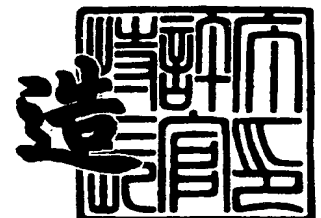
Applicant(s):

日本板硝子株式会社

2001年12月 7日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

及川耕造



出証番号 出証特2001-3107452

【書類名】 特許願

【整理番号】 00P532

【あて先】 特許庁長官 殿

【発明者】

    【住所又は居所】 大阪府大阪市中央区北浜4丁目7番28号 日本板硝子株式会社内

    【氏名】 橋高 重雄

【発明者】

    【住所又は居所】 大阪府大阪市中央区北浜4丁目7番28号 日本板硝子株式会社内

    【氏名】 小山 正

【発明者】

    【住所又は居所】 大阪府大阪市中央区北浜4丁目7番28号 日本板硝子株式会社内

    【氏名】 北野 雅巳

【特許出願人】

    【識別番号】 000004008

    【氏名又は名称】 日本板硝子株式会社

【代理人】

    【識別番号】 100069084

    【弁理士】

    【氏名又は名称】 大野 精市

【手数料の表示】

    【予納台帳番号】 012298

    【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

    【物件名】 明細書 1

    【物件名】 図面 1

    【物件名】 要約書 1

特 2 0 0 0 - 3 9 1 9 2 6

【包括委任状番号】 9706787

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 レンズ機能付き光ファイバおよびその製造方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

情報伝達用光ファイバの端面に、該光ファイバの外径と等しい外径を有し、かつ所定のレンズ作用を呈する長さを有する屈折率分布型光ファイバを、接合もしくは当接したことを特徴とするレンズ機能付き光ファイバ。

【請求項 2】

前記情報伝達用光ファイバが単一モード光ファイバであることを特徴とする請求項 1 に記載のレンズ機能付き光ファイバ。

【請求項 3】

前記屈折率分布型光ファイバが、イオン交換法によって製造されることを特徴とする請求項 1 に記載のレンズ機能付き光ファイバ。

【請求項 4】

前記屈折率分布型光ファイバは、使用波長域においてその屈折率分布を次式で表す場合、

$$n(r)^2 = n_0^2 \cdot \{ 1 - (g \cdot r)^2 + h_4 (g \cdot r)^4 + h_6 (g \cdot r)^6 + h_8 (g \cdot r)^8 + \dots \}$$

条件、

$$0.1 \leq n_0 \cdot g \cdot r_0 \leq 0.5$$

を満たすことを特徴とする請求項 1 に記載のレンズ機能付き光ファイバ。

ただし、

$r$  : 光軸からの距離

$n(r)$  : 光軸からの距離  $r$  の位置での屈折率

$n_0$  : 光軸での屈折率

$r_0$  : 屈折率分布型光ファイバの半径

$g$  : 屈折率分布係数

$h_4, h_6, h_8, \dots$  : 高次屈折率分布係数

である。

【請求項 5】

条件、

$$0.12 \leq n_0 \cdot g \cdot r_0 \leq 0.25$$

を満たすことを特徴とする請求項 4 に記載のレンズ機能付き光ファイバ。

【請求項 6】

前記屈折率分布型光ファイバの光軸での屈折率  $n_0$  が、1.40 以上 1.80 以下であることを特徴とする請求項 4 または 5 に記載のレンズ機能付き光ファイバ。

【請求項 7】

前記屈折率分布型光ファイバの光軸での屈折率  $n_0$  が、1.50 以上 1.70 以下であることを特徴とする請求項 4 または 5 に記載のレンズ機能付き光ファイバ。

【請求項 8】

前記屈折率分布型光ファイバの長さが、該光ファイバの周期長を  $P$  とするとき、 $0.05P$  以上  $1P$  以下であることを特徴とする請求項 1 に記載のレンズ機能付き光ファイバ。

【請求項 9】

前記屈折率分布型光ファイバの長さが、該光ファイバの周期長を  $P$  とするとき、 $0.05P$  以上  $0.5P$  以下であることを特徴とする請求項 1 に記載のレンズ機能付き光ファイバ。

【請求項 10】

前記情報伝達用光ファイバと前記屈折率分布型光ファイバとを両光ファイバの外径に概略等しい内径をもつスリーブに挿入し、接合固定したことを特徴とする請求項 1 に記載のレンズ機能付き光ファイバ。

【請求項 11】

前記情報伝達用光ファイバと前記屈折率分布型光ファイバとを平板状基板に形成した断面が V 字状の溝内で接合固定したことを特徴とする請求項 1 に記載のレンズ機能付き光ファイバ。

【請求項 12】

均質ガラスロッドを溶融塩に浸漬し、イオン交換することによって屈折率分布を形成したガラスロッドを鉛直に保持し、加熱しつつ延伸して所望の外径の屈折率分布型光ファイバを形成し、該光ファイバを所定の周期長に相当する長さに切断することを特徴とするレンズ機能付き光ファイバの製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、光通信システムに多用されている単一モード光ファイバに関し、とくに光ファイバ間、光ファイバー光機能素子間などの光結合に関する。

【0002】

【従来の技術】

近年、インターネットの急速な普及により、光ファイバ通信網の容量の増大が強く求められており、その手段として波長多重（WDM）光通信の開発が急速に進められている。光通信システムの基本的構成要素としては、光源として半導体レーザ、光検出器としてフォトダイオード、光伝達媒体として光ファイバや光増幅器などが必要とされる。さらにWDM光通信においては、わずかな波長差の光が個別の情報を伝達することから、波長選択性の良い光分波器、フィルタ、アイソレータといった光機能素子が必要である。

【0003】

光ファイバ通信網を構築するためには、これらの構成要素が光学的に低損失で結合される必要がある。このため、半導体レーザやフォトダイオードと光ファイバの結合、光ファイバ間に光機能素子（フィルタやアイソレータ）を挿入した場合の結合、光ファイバ同志あるいは光ファイバと光導波路の結合等々、多岐にわたる光結合技術が極めて重要になっている。

【0004】

従来、このような光結合は、光ファイバ同志をそのまま接合したり、間にレンズを介して行うことが一般的であった。光ファイバ同志の接合の場合は、損失をそれほど大きくならないが、調芯の許容差が非常に厳しく、組立コストを押し上

げる原因となっていた。 レンズを用いる場合、屈折率分布型ロッドレンズが円筒形状であるため、中空円筒であるスリーブにそのまま挿入したり、V溝を用いて配列するのに適しているなど光ファイバとの形状的な整合性がよく、種々の用途に用いられている（例えば特開昭60-91316号公報）。

## 【0005】

屈折率分布型ロッドレンズの屈折率分布は、

$$n(r)^2 = n_0^2 \cdot \{1 - (g \cdot r)^2 + h_4 (g \cdot r)^4 + h_6 (g \cdot r)^6 + h_8 (g \cdot r)^8 + \dots\}$$

の式により表わすことができる。ただし、各記号は、

$r$  : 光軸からの距離

$n(r)$  : 光軸からの距離  $r$  の位置での屈折率

$n_0$  : 光軸での屈折率

$r_0$  : ロッドレンズの半径

$g$  : 屈折率分布係数

$h_4, h_6, h_8, \dots$  : 屈折率分布係数

をそれぞれ意味する。

## 【0006】

屈折率分布型ロッドレンズのレンズ作用は、レンズ長  $Z$  によって異なる。

$$P = 2\pi / g$$

の式で定義される周期長  $P$  を基準にすると、つぎのような基本的な使い方が可能である。

(1)  $Z = 0.25P$  の場合：端面に置いた光源の光を平行光とする。

(2)  $Z = 0.50P$  の場合：端面に置いた光源の光をもう一方の端面に結像させる。

## 【0007】

しかしながら、一般的なロッドレンズは1mm前後の径を持っており、標準的な単一モード光ファイバの外径の125 $\mu$ mとの間にはかなりの直径差が存在するために、両者を保持するための専用ホルダを準備するか、またはロッドレンズと直径の等しいキャピラリを用いて光ファイバ端部を保持するなどの必要があっ



た。このため、部品点数が増加して組立が複雑になり、また、全体として大きな体積を占めるようになり、結果的にコスト上昇の原因となっていた。

【0008】

これらの問題を解決する手段として、光ファイバと直径の等しいレンズを光ファイバ先端に配置することが試みられている。たとえば、Journal of Lightwave Technology、17巻、5号、P.924、1999年、には、単一モード光ファイバ（SMF）と同じ直径を持つ石英ガラス製の屈折率分布型光ファイバ（GIF）を、SMF先端に均質の石英ガラス製スペーサを介して融着する構造が提案されている。このような構造は、V溝などに並べることも容易で製造コストの大幅な低減が見込まれる。

【0009】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、上記の例では既製の通信用石英ガラス製マルチモード光ファイバを用いているため、屈折率分布が十分に制御されておらず、レンズ作用を利用するための十分な性能を引き出すに至っていない。また、通信用GIFのレンズ作用は光軸周辺のコア部分に集中している。このため屈折力（上記の屈折率分布を表す式での屈折率分布係数 $g$ の値）が大き過ぎ、コリメート光束が細くなる。

【0010】

これを太くするためには、両光ファイバの端面間を一定距離離す必要がある。上記の例ではこの距離を規定するため、スペーサを介在させている。このため、両光ファイバの外径を一致させることができるという利点はあるものの、部品点数としてはホルダやキャピラリを用いるのと変わらず、本来の目的が達成できないという問題点があった。

【0011】

本発明はこのような問題点を解決するためになされたもので、情報伝達用光ファイバと同一径を保ち、かつレンズ機能を付与した光ファイバを、特別な部品を付加することなく提供することを目的とする。

【0012】

【課題を解決するための手段】

上記課題を解決するため、本発明のレンズ機能付き光ファイバは、情報伝達用光ファイバの端面に、その外径と等しい外径を有し、かつ所定のレンズ作用を呈する長さを有する屈折率分布型光ファイバを、接合もしくは当接したことを特徴とする。情報伝達用光ファイバの代表例は単一モード光ファイバである。

【0013】

一方、屈折率分布型光ファイバは、使用波長域においてその屈折率分布を次式で表すことができる。

$$n(r)^2 = n_0^2 \cdot \{1 - (g \cdot r)^2 + h_4 (g \cdot r)^4 + h_6 (g \cdot r)^6 + h_8 (g \cdot r)^8 + \dots\}$$

ただし、

- $r$  : 光軸からの距離
- $n(r)$  : 光軸からの距離  $r$  の位置での屈折率
- $n_0$  : 光軸での屈折率
- $r_0$  : 屈折率分布型光ファイバの半径
- $g$  : 屈折率分布係数
- $h_4, h_6, h_8, \dots$  : 高次屈折率分布係数

である。

【0014】

このとき、条件、

$$0.1 \leq n_0 \cdot g \cdot r_0 \leq 0.5$$

が満たされることが望ましい。さらに望ましくは、

$$0.12 \leq n_0 \cdot g \cdot r_0 \leq 0.25$$

が満たされるのがよい。

【0015】

このとき、屈折率分布型光ファイバの光軸での屈折率  $n_0$  が、1.40 以上 1.80 以下であることが望ましく、1.50 以上 1.70 以下であればさらに好ましい。

【0016】

また、屈折率分布型光ファイバの長さが、その周期長を  $P$  とするとき、0.0

5 P以上1 P以下であることが好ましく、コリメータ用としては0.05 P以上0.5 P以下であることがさらに望ましい。

【0017】

情報伝達用光ファイバと屈折率分布型光ファイバとを両光ファイバの外径に概略等しい内径をもつスリーブに挿入し、接合固定することで本発明のレンズ機能付き光ファイバが実現される。また、情報伝達用光ファイバと屈折率分布型光ファイバとを平板状基板に形成した断面がV字状の溝内で接合固定してもよい。

【0018】

本発明のレンズ機能付き光ファイバに用いる屈折率分布型光ファイバは、つぎの工程により製造する。はじめに均質ガラスロッドを溶融塩に浸漬し、イオン交換することによって屈折率分布を形成したガラスロッドを得る。このガラスロッドを鉛直に保持し、加熱しつつ延伸して所望の外径の屈折率分布型光ファイバを形成する。この光ファイバを所定の周期長に相当する長さに切断し、情報伝達用光ファイバの先端に接合もしくは当接することにより、レンズ機能付き光ファイバが製造できる。

【0019】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の実施の形態について具体的に説明する。

本発明では、代表的な情報伝達用光ファイバである単一モード光ファイバ(SMF)の先端に、屈折率分布型光ファイバ(GIF)を接合もしくは当接させる。GIFの外径は、SMFの外径(標準的には直径 $125\mu\text{m}$ )に一致させることが望ましい。これにより両ファイバを光学的に結合させるのが容易になり、結合のために要する部品点数を減少させることができる。

【0020】

従来の技術の項で述べたように、既製のGIFを用いれば、SMFと同一の外径が実現できる。しかしこのようなGIFはレンズ作用を利用するようには意図されていないため、レンズとして重要な収差等に関しては必ずしも性能が優れていない。またこれらのGIFは標準的には $50\mu\text{m}$ 径のコア部とその外側のクラッド部からなるため、外周部まで光を通すように設計されていない。このため、

例えばSMFから出射する光をコリメートして利用する場合、SMFから出射した光はコア部に閉じこめられ、出射される平行ビームの径はこのコア径程度と細くなり、応用上望ましくない。このため、両光ファイバ間に間隔を開ける等の手段が必要とされていた。

## 【0021】

一方、従来の屈折率分布型ロッドレンズの製造方法をそのまま用いてこのような細径のGIFを製造することは困難であった。そのためほぼ物理的外径近くまでを光学的に利用でき、かつ外径が $125\mu\text{m}$ のGIFを利用することができなかった。

## 【0022】

つぎに本発明の製造方法を説明する。

直径 $125\mu\text{m}$ のGIFは、直径 $1.1\text{mm}$ の屈折率分布型ロッドレンズ（母材ロッド）を紡糸することによって製作した。

母材ロッドは、酸化リチウムを含み直径 $1.1\text{mm}$ の均質ガラスロッドを熔融塩に浸漬させてイオン交換処理を行ない、リチウム濃度分布に対応した屈折率分布を形成して製作したものである。母材ロッドの光学特性は、以下の通りである。

外径 :  $\phi 1.1\text{mm}$   
 $n_0$  :  $1.610$   
 $g$  :  $0.232\text{mm}^{-1}$  (測定波長は $632.8\text{nm}$ )

## 【0023】

上記母材ロッドを長さ $300\text{mm}$ に切断して、ホルダーにより保持して鉛直に吊り下げ、リング状のヒーターによって加熱しつつ下方に引き出して紡糸を行なった。ヒーターの温度は $680^\circ\text{C}$ から $730^\circ\text{C}$ の範囲で行い、紡糸速度は約 $1\text{m}/\text{分}$ に調整して紡糸後の外径を $125\mu\text{m}$ とした。

紡糸後に得られたGIFの特性は以下のとおりである。

外径 :  $\phi 0.125\text{mm}$   
 $n_0$  :  $1.610$   
 $g$  :  $2.06\text{mm}^{-1}$  (測定波長は $632.8\text{nm}$ )

屈折率分布は大きく乱れることなく、ファイバの周辺部まで球面収差は充分に小さく、回折限界の結像を得ることができた。

このファイバを適正な長さにそろえ、両端面を研磨し、以下に示す実施例に用いた。

#### 【0024】

上記の方法で作製した外径  $125\mu\text{m}$  の G I F と同一径の S M F を組合せた光路図を図 1、図 2、図 3 に示す。

図 1 は、S M F 2 a と長さ  $Z = 0.25P$  に切断した G I F 1 a の端面を互いに突き合わせ、S M F 2 a の出射光を平行光 10 として空間に放射し、再び  $Z = 0.25P$  の G I F 1 b のレンズ作用によって S M F 2 b に結合したものである。

図 2 は、長さ  $Z = 0.5P$  の G I F 1 c により 2 本の S M F 2 a、2 b を直接結合した例である。

図 3 は、G I F 1 d の長さ  $Z$  を、 $0.25P < Z < 0.50P$  の範囲に設定し、S M F 2 a からの出射光を収束光 12 として光機能素子 3 上に結像させた例である。

#### 【0025】

G I F の光軸における屈折率  $n_0$  の下限は、材料としてガラスやプラスチックを用いる場合、1.4 程度となる。また、ロッドレンズの材料としてガラスを用い、中心屈折率  $n_0$  を 1.8 よりも大きくするために酸化鉛、酸化ランタン等の高屈折率成分を多くする必要があるが、これらの成分が多い場合、イオン交換の速度が極端に遅くなったり、失透し易くなる、といった問題点が生じる。従って

$$1.40 \leq n_0 \leq 1.80$$

が望ましい範囲である。ただしガラス材料の場合、より製作しやすい組成で実現できる  $n_0$  は、

$$1.50 \leq n_0 \leq 1.70$$

の範囲にあるので、 $n_0$  はこの範囲にあることがより好ましい。

#### 【0026】

G I Fの明るさは、光を取り込むことのできる範囲を示す開口角 $\theta = n_0 \cdot g \cdot r_0$  (rad) によって規定される。この開口角 $\theta$ が0.1 rad未満であると、SMF (通常は開口数 $NA = 0.1$ 程度、 $NA = n_0 \sin \theta$ ) から出射されるガウシアンビームの周辺部を取りこむことができなくなるので結合損失が大きくなってしまう。また、 $\theta$ の値が0.5を超えるような光ファイバは製作が困難となる。

## 【0027】

$NA = 0.1$ のSMFから放射される光を充分に取り込み、かつ平行光束径を大きくとるためには、 $\theta$ の範囲として0.12以上、0.25未満がより好ましい。

## 【0028】

屈折率分布型ロッドレンズ (ここではG I F) の収差量は、屈折率分布係数 $h_4$ 、 $h_6$ 、 $h_8$ 、 $\dots$ によって決定される。G I Fの外径が $\phi 125 \mu m$ であれば、 $h_4 = +0.67$ とすると、 $NA$ が0.2以下の範囲で球面収差量がほぼ回折限界以下となるので、十分な性能が得られる。収差量をさらに小さくするためには、 $h_6$ 、 $h_8$ 、 $\dots$ の値を最適化すればよい。

## 【0029】

なお、以上では情報伝達用光ファイバとして外径が $125 \mu m$ の石英系SMFを念頭に説明したが、G I Fの外径は上述のように調整できるので、情報伝達用光ファイバの外径は $125 \mu m$ と異なってもよい。例えば、多成分ガラス光ファイバやプラスチック光ファイバなどの外径が太い光ファイバであっても本発明は適用できる。ただし、外径が $400 \mu m$ 程度以上であれば、従来のイオン交換法で屈折率分布型ロッドレンズが製造でき、とくに延伸等の細径化のための工程は必要としない。

## 【0030】

以下、本発明の具体的な応用例を列挙する。これらについても外径が $125 \mu m$ のSMFを例に説明しているが、光ファイバの外径、材質はとくにこれに限定されない。

## 【0031】

## (光ファイバの結合)

図 1 の配置により光ファイバ同士を結合させる場合、両側の SMF と GIF をそれぞれ接着剤等により接合して一体化する。一体化によって光束が太い平行光が得られるので、両側の光ファイバの光軸ズレ、間隔の変動に対して結合損失が小さく抑えられる。したがって、SMF を結合させる際の調整を簡略化することができ、容易に結合損失の小さい SMF 間結合を実現することができる。図 4 に示す断面図のように、内径  $125\ \mu\text{m}$  のスリーブ 6 を使用し、このスリーブ 6 a の両側から各光ファイバ 1 a、2 a を挿入し、両者を突き合わせることで、組立が容易に行える。合わせて接合部 5 が補強され、信頼性を向上することができる。

## 【 0 0 3 2 】

図 2 の配置による結合を行なう場合は、図 5 に示すように、内径  $125\ \mu\text{m}$  のスリーブ 6 b の中間に  $Z = 0.5\text{P}$  の GIF 1 c を挿入し、ついで両側から SMF 2 a、2 b を差し込み当接させて固定すれば、光軸調整を行なうことなく高い結合効率を容易に得ることができる。両ファイバを単に当接させる代わりに接着したり、隙間を液体で満たせば、反射損失を減らすこともできる。

両光ファイバの接合は、紫外線硬化樹脂、エポキシ接着剤等を用いれば容易に行なうことができる。またスリーブは金属製あるいはガラス製のものが使用できる。

## 【 0 0 3 3 】

## (光学機能素子の挟みこみ)

図 6 に示すように、図 1 の配置によって得られた平行光束部分に多層膜フィルタ、アイソレータ、偏光板などの光学機能素子 1 3 を挟み込むことができる。

あるいは、図 7 のように光機能素子 2 3 も外径を  $125\ \mu\text{m}$  の円筒形に加工し、スリーブ 6 c 中に挟み込む使い方もできる。各光ファイバ 1 a、1 b、2 a、2 b と光機能素子 2 3 の外径が同一なので、光軸調整が不要となり組立が極めて容易になる効果がある。

## 【 0 0 3 4 】

## (光ファイバからの出射光の集光)

図 3 の配置とすれば、SMF 2 a からの出射光の焦点を作り、光検出器、光記録用ディスク記録面などを設置することができる。また発散性の光源からの光を SMF へ結合することもできる。

## 【 0 0 3 5 】

## (基板上への実装)

SMF と ロッド レンズ から 構成 される 光 結合 系の 配置 においては、シリコン基板等を加工した V 溝 が 広く 用い ら れ て い る。SMF と ロッド レンズ の それ ぞれ の 外径 に 適合 する 深 さ を も つ V 溝 を 準備 し、これに 載 せた SMF と レンズ を 結合 させていた。本 発 明 に よ れ ば、SMF と G I F の 外径 が 等 しい ため、図 8 に 示 す ように、基板 2 1 の 一 部 に 一 つ の V 溝 2 2 を 形成 し、これに SMF 2 d と G I F 1 e を 載 せて 接 合 さ せる だけ で、簡単 に 精度 良 く 配置 する こ と が できる。したがって 同 一 基 板 上 に 半 導 体 レーザ 2 4、レンズ 2 5、反 射 鏡 2 6 な る の 光 機 能 素 子 を 集 積 化 す れ ば、非 常 に コ ン パ ク ト な 光 回 路 が 容 易 に 実 現 できる。

## 【 0 0 3 6 】

上記の 構成 例 では G I F の 長 さ が 0. 2 5 P から 0. 5 P の 範 囲 の 場 合 に つ い て 説明 した。し かし レンズ 機 能 付 き 光 ファイバ は、一般 に は Z が 0. 0 5 P 以上 1 P 以下 の 範 囲 で 各種 の 機 能 を 発 揮 する。Z < 0. 0 5 P の 場 合 は N A が 小 さ くなる ため、光 量 の 損 失 が 大 き くなる。また Z が 非 常 に 小 さ くなる の で、G I F の 製作 お よ び レンズ 機 能 付 き 光 ファイバ へ の 組 立 作 業 が 困 難 に なる ため 使用 が し 難い。一 方、1 P 以上 の 長 さ の レンズ は 特 性 的 に は そ れ 以下 の 長 さ の レンズ で 実 現 でき、また レンズ 長 が 長 く 大 型 化 す る の で 通常、使用 する 意 味 が ない。

## 【 0 0 3 7 】

なお、通常 の コリメータ レンズ お よ び 集 光 レンズ と し て 使用 する 場 合 は、Z が 0. 5 P 以上 で 特性 は 繰 り 返 し と なる の で、Z > 0. 5 P の G I F を 用 い て も 結 像 上 の 意 味 は ない。収 差 量 を 小 さ く 抑 え る ため に も Z は 0. 0 5 P 以上 0. 5 P 以下 の 範 囲 が も っ と も 好 ま しい。た だ し、正 立 結 像 が 必 要 な 場 合 に は、0. 5 P を 越 え 1. 0 P ま で の 範 囲 も 有 用 で あ る。

## 【 0 0 3 8 】

## 【 発 明 の 効 果 】



本発明によれば、外径の等しい情報伝達用光ファイバと屈折率分布型光ファイバを接合もしくは当接することにより、少ない部品点数で、組立が容易であり、かつ小型化が可能なレンズ機能付き光ファイバが実現する。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

本発明の構成例を示す光路図である。

【図 2】

本発明の他の構成例を示す光路図である。

【図 3】

本発明の他の構成例を示す光路図である。

【図 4】

本発明の実施形態を示す図である。

【図 5】

本発明の他の実施形態を示す図である。

【図 6】

本発明の応用形態を示す図である。

【図 7】

本発明の他の応用形態を示す図である。

【図 8】

本発明の他の応用形態を示す図である。

【符号の説明】

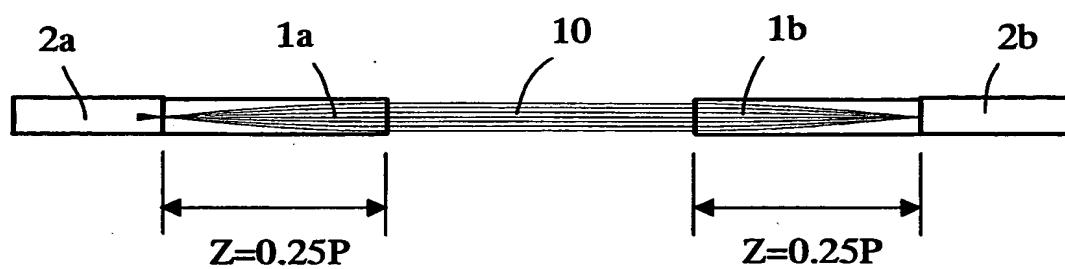
- 1 a, 1 b, 1 c, 1 d, 1 e    屈折率分布型光ファイバ
- 2 a, 2 b, 2 c, 2 d    単一モード光ファイバ
- 3、1 3、2 3    光機能素子
- 6 a、6 b、6 c    スリーブ
- 2 1    基板
- 2 2    V溝
- 2 4    半導体レーザ
- 2 5    レンズ

特 2 0 0 0 - 3 9 1 9 2 6

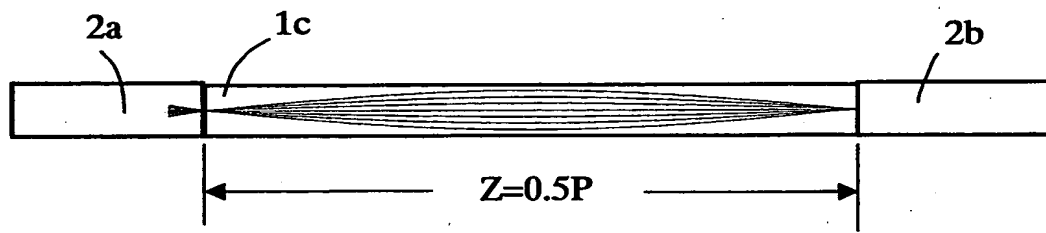
2 6 反 射 鏡

【書類名】 図面

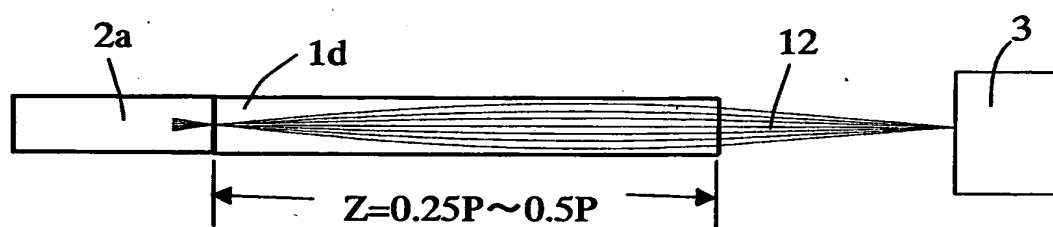
【図 1】



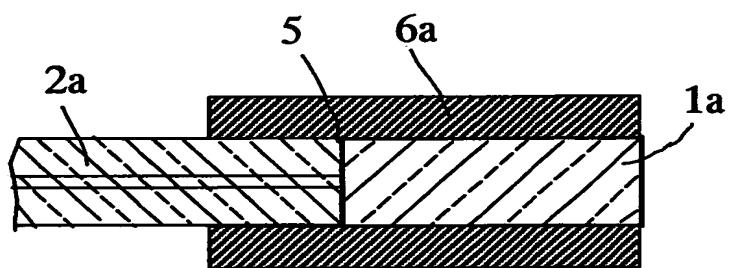
【図 2】



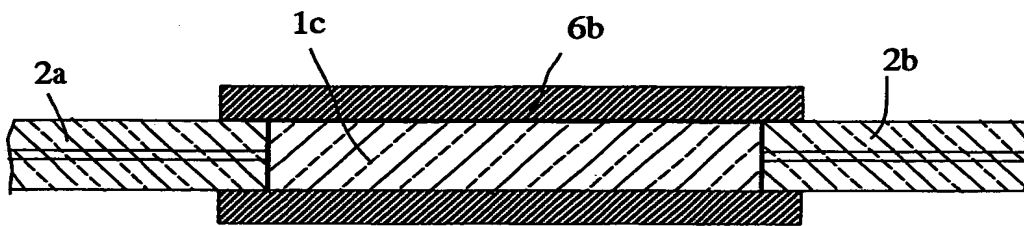
【図3】



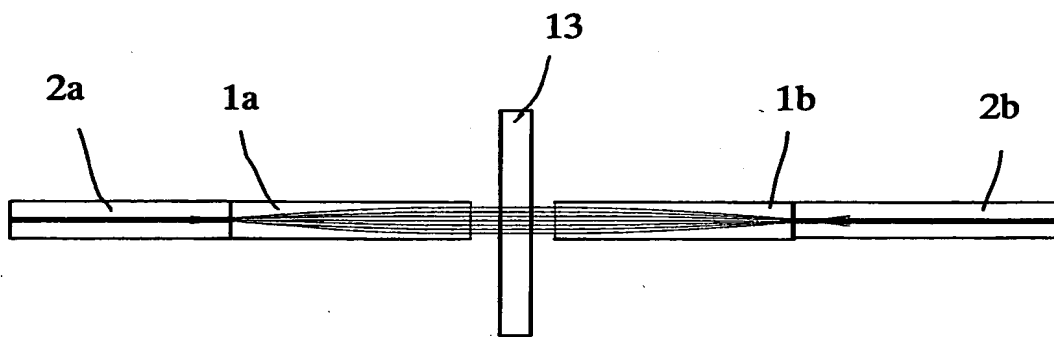
【図 4】



【図 5】

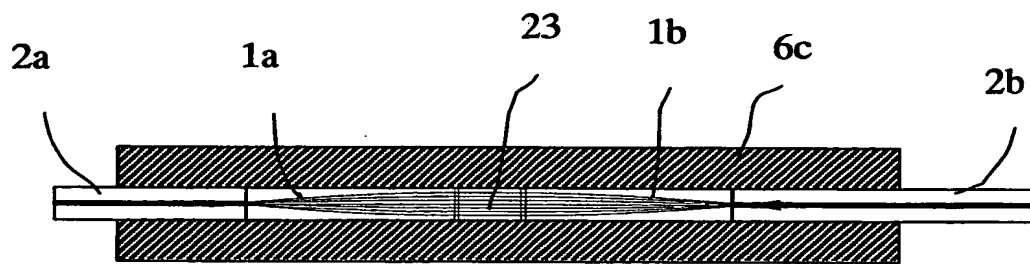


【図 6】

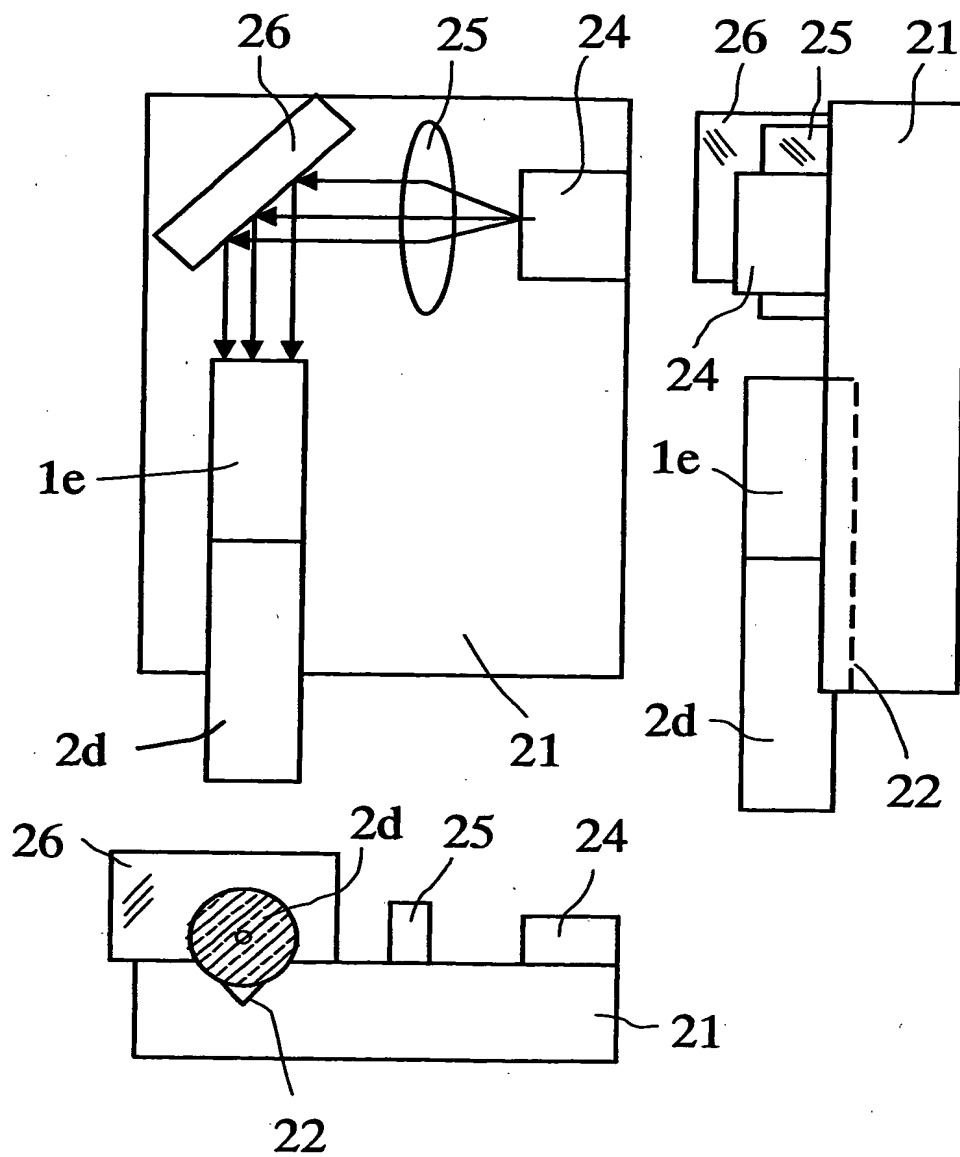




【図 7】



【図 8】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】

光ファイバと直径の等しいレンズを光ファイバ先端に配置することにより、調整が容易で小型の光結合系が実現できるが、従来この条件を満たすレンズが得られなかった。

【解決手段】

本発明のレンズ機能付き光ファイバは、ステップインデクス型光ファイバの端面に、該光ファイバの外径と等しい外径を有し、かつレンズ作用を呈する周期長をもつ屈折率分布型光ファイバを接合もしくは当接した。ステップインデクス型光ファイバのなかでもとりわけ単一モード光ファイバに対して本発明は有効である。また屈折率分布型光ファイバはイオン交換法によって製造することができる。

【選択図】 図 1

認定・付加情報

特許出願の番号	特願2000-391926
受付番号	50001666054
書類名	特許願
担当官	第三担当上席 0092
作成日	平成12年12月26日

<認定情報・付加情報>

【提出日】	平成12年12月25日
-------	-------------

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000004008]

1. 変更年月日	2000年12月14日
[変更理由]	住所変更
住 所	大阪府大阪市中央区北浜四丁目7番28号
氏 名	日本板硝子株式会社